

韓国，濟州島の単成火山の地形学的特徴

Geomorphological Characteristics of the Monogenetic Volcanoes from Cheju Island, Korea

長谷中利昭*・李文遠**・藤巻宏和***
北風 嵐*・宮本 毅*・谷口宏充*

1. はじめに

濟州島^{チェジュド}（地形図では「濟州島」と表記）は韓半島南西方，東シナ海上に位置する火山島である（【図1】参照）。島は東西70km南北40kmの楕円形を成し，海拔1950mの盾状火山である漢拏山^{ハルラサン}が島の体積の大部分を構成する（【図2】【写真1】参照）。漢拏山の盾状火山体の表面には，さらに300個を超す小火山が分布するが〔李 1982a : 56〕（【写真2】【写真3】参照），それらについては，火山地質学的に十分な記載がなされていない。

このような小火山の多くは，一度噴火した後に同じ火道から活動が再開しない単成火山（monogenetic volcano）である〔中村 1989 : 39-42〕。単成火山が集合した火山地域を単成火山群（monogenetic volcano group）と呼ぶが，巨大な火山体の山麓に分布する場合と，独立に分布する場合がある〔Settle 1979 : 1089〕。濟州島火山の単成火山群は前者で，このような例は他にハワイのマウナケア火山，タンザニアのキリマンジャロ火山，イタリアのエトナ火山などが知られている。これに対して独立単成火山群はメキシコのミチョアカン＝グアナフアト火山地域，アメリカのサンフランシスコ火山地域，東伊豆単成火山群などがある。単成火山群では，多数の火山地形の比較研究が可能で，マグマの供給，噴出，火山形成および浸食過程，さらにテクトニクス等の外部要因がそれらに与える影響を調べることができ，火山研究に最適のフィールドである。ミチョアカン＝グアナフアト火山地域の単成火山群は，少ないマグマ噴出率と少量のマグマが地表に出やすい伸張場のテクトニクスが組合わさった結果，形成したことが明らかにされている〔Hasenaka and Carmichael 1985a : 120-121〕〔Kurokawa et al. 1995 : 311-313〕。しかし，火山群ごとにマグマの生成，噴出条件は異なっており，より多くの事例を用いた比較研究を行うことが重要である。

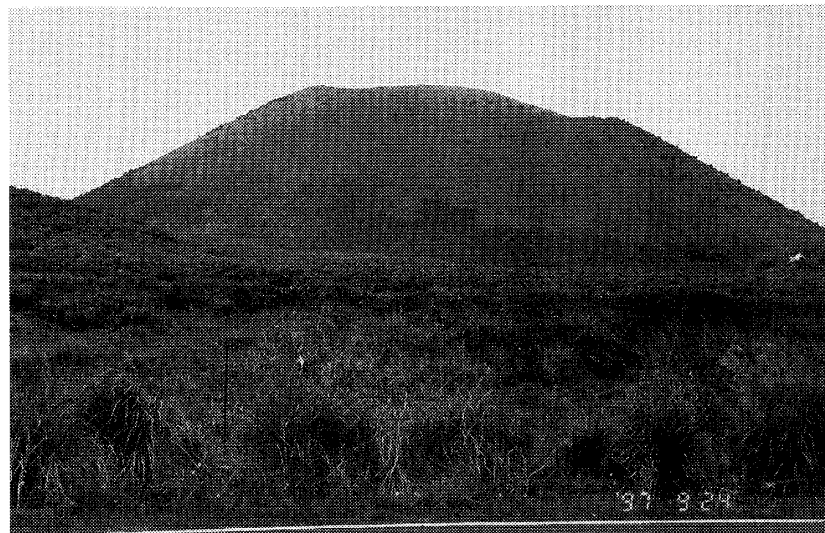
*東北大学 東北アジア研究センター

**江原大學校 師範大學 科學教育科

***東北大学大学院 理学研究科 地学専攻



【写真1】 濟州国際空港(北側) から見た漢拏山(ハルラサン)標高1950 m



【写真2】 月郎峰 (ウォルランボン)。
地形的に最も新しいスコリア丘の一つ

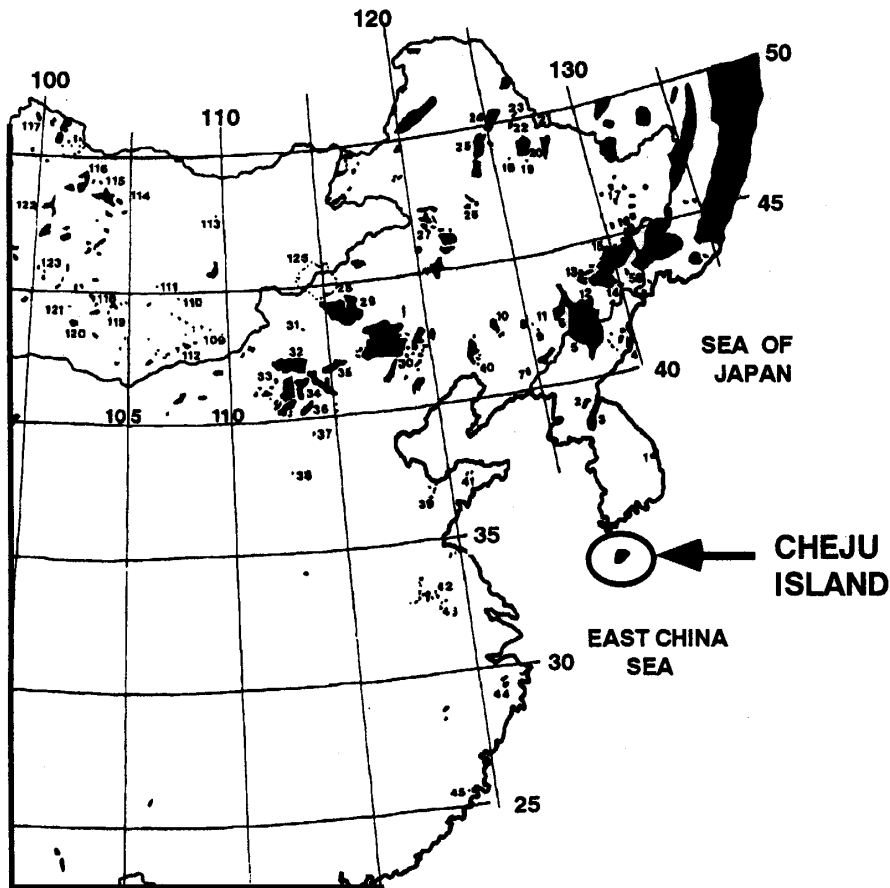


【写真3】 산굼부리(サングムブリ) から漢拏山山頂方向(西方向)に見えるスコリア丘群

本報告では、韓国国立地理院発行の2万5千分の1地形図より読み取った小火山地形と現地予察調査の結果をもとにして、済州火山島の単成火山群の地形学的特徴を明らかにし、他の単成火山群の火山地形との比較を試みる。

2. 済州島火山の地質、年代、岩石

東アジアには新生代に活動したアルカリ岩が分布する（【図1】参照）。これらのうち、日本海周辺に分布するアルカリ岩は、環日本海新生代アルカリ岩区（Circum Japan Sea Alkali Rock Province）〔富田 1932b：636-638〕の岩類にあたり、吉備高原、隠岐島、小値賀島、福江島などの他に、^{ウルルンド} 済州島、^{チェジュド} 白頭山、^{ペクドゥサン} 中国東北地方の五大連池などに分布している〔富田 1932a：501-517〕。



【図1】 済州島の位置図。東アジアの新生代火山岩の分布〔Whitford-Stark 1987：2〕をあわせて示した。

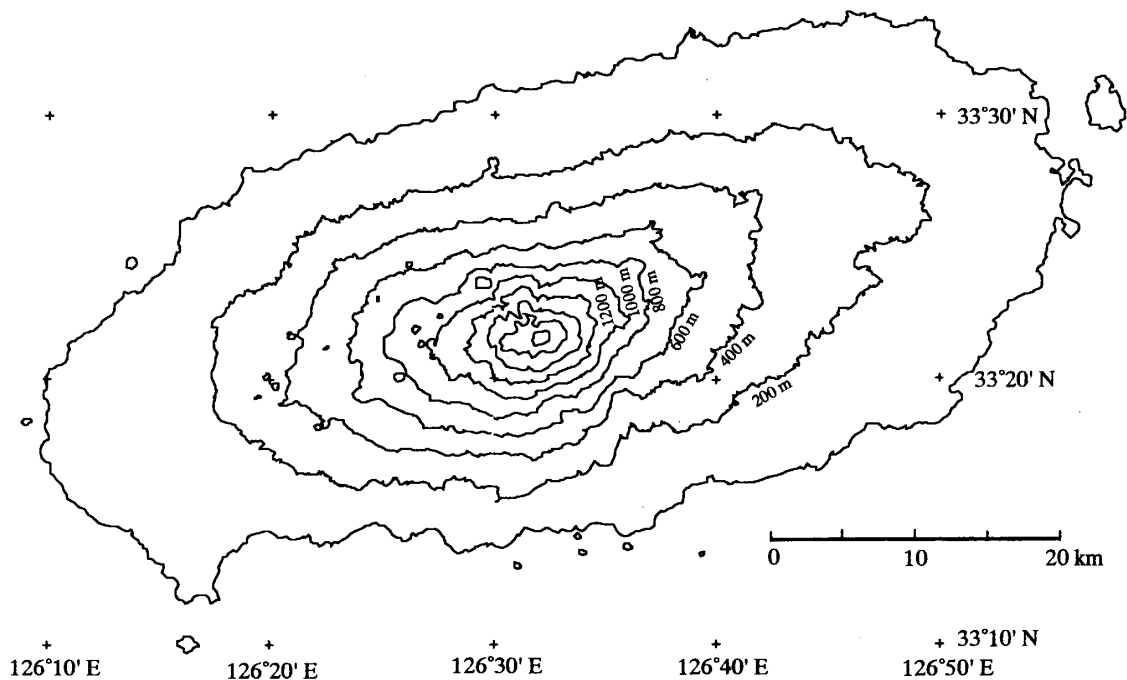
これらの地域に噴出した火山岩は日本のような沈み込み帯に産する火山岩と比べて異なった化学組成の特徴を示す（例えば、低い Ba/La, Rb/La 比や Ta や La に対して K が少ないことなど）。とりわけ済州島や中国大陸の火山岩は、沈み込みの影響を示す化学組成の特徴を全く示さない〔Nakamura et al. 1989：4640-4645〕。これらの火山の成因については、ホットスポット説、イ

ンド大陸とユーラシア大陸の衝突による影響説，さらに周辺地域のテクトニクスの変化によって古いマイクロ・プレート境界が弱線となってマグマが上昇したという説がある[李 1982 a : 56] [Whitford-Stark 1987 : 43]。

濟州火山島の火山活動の大部分は後期鮮新世から中期更新世に起こったが，歴史時代の活動（1002年，1007年，1440年，1570年）も報告されている。火山層序についてはまだ論争の余地があるが，岩石の放射年代等から考えて3つの活動期を考えるのが妥当である [李 1982 a : 56] [孫 1997 : i-iii][Won et al. 1997 : 290-294]。

第1活動期は火山島の基底部形成期で，広大な溶岩台地をつくった。台地玄武岩溶岩について2.2-1.2 Maの放射年代が得られている。ボーリングデータによれば，島東部の Isidol (126°48' 42" E, 33°24' 01" N, 標高140 m) の668 mのコア下部，島西部の Songup (126°20' 00" E, 33°21' 06" N, 標高360 m) の450 mのコア下部のアルカリ岩溶岩から，それぞれ0.62 Ma, 0.5 Maの年代が報告されている [三宅ほか 1993 : 565]。ボーリングではまだ第1活動期の溶岩に達しておらず，溶岩台地は場所によってはかなりの深度に埋没している。第1期の活動は粗面岩の活動（0.9-0.7 Ma）で終了した。この粗面岩の活動は濟州島南海岸沿いに溶岩ドームを形成し，サンバンサン山房山粗面岩質溶岩と呼ばれている。

第2活動期は漢拏山盾状火山形成期で，この時期の溶岩については0.7-0.3 Maの放射年代が得られている。漢拏山頂付近および島の東西長軸に沿った火口から流出した溶岩が漢拏山体および海岸線付近に分布している。長石かんらん石玄武岩（FOB: Feldspar Olivine Basalt），ハワイアイトが有り，前者の方が後者より古い。第2活動期に現在の島の地形がほぼ出来上がった（【図2】参照）。



【図2】 濟州島の地形（等高線間隔は200 m）

第3活動期は漢拏山山腹一面に分布する小火山群の噴出時期である。この時期の火山岩に対して0.2-0.025 Maの放射年代が得られている。これらの小火山は、浸食期間をはさんで活動が再開したことを示す地形的証拠がみられないので、単成火山と考えられる。これらの小火山は、漢拏山の寄生火山と考えられてきたが、明らかに活動時期が異なる。従って本論文で、これらの小火山を一括して「済州単成火山群」(Cheju Monogenetic Volcano Group)と定義する。玄武岩質～粗面安山岩質の溶岩の化学組成が報告されている[李 1982a:63]。この活動期には漢拏山山頂からも粗面岩質溶岩が流出した。

3. 火山地形分類

航空写真による表面地形観察は火山地形観察にとって非常に重要な手段である。しかし、韓国において研究の目的で航空写真を入手することは難しく、利用できなかった。従って本研究では、主に韓国国立地理院発行の2万5千分の1地形図のみを用いて、火山地形の分類を試みた。

また限られた現地調査日程と開析の著しい火山体が少ないため、火山体の内部構造の観察が来た例はごくわずかであった。済州島のような単成火山群の小火山体は構成物によって火山碎屑丘(本論文では火砕丘と呼ぶ)と溶岩丘に分けられる。火砕丘はスコリア丘、タフリング、マール、タフコーン、軽石丘などを含み、溶岩丘は溶岩円頂丘(本論文では溶岩ドームと呼ぶ)、溶岩平頂丘、小型盾状火山、スパターコーンなどを含む。火山体の構成物が識別できず、地形図から読みとれる火山地形だけで、いずれかに分類した場合や、地形の特徴のみによって新たな分類を作った場合があった(例えば、「頂上が丸い形の火砕丘、溶岩丘」)。本研究で用いた地形分類を【表1】に記し、以下に各火山地形の特徴について論ずる。

【表1】 済州単成火山群火山地形分類

記号	火山地形
SC	円形火口を持つ火砕丘
EC	楕円形火砕丘
BC	馬蹄形火口を持つ火砕丘
CC	三日月形火砕丘
DC	不規則な形状の火砕丘
RC	頂上部が丸い形の火砕丘, 溶岩丘
SP	頂上部が尖った形の火砕丘, 溶岩丘
LD	溶岩ドーム
SH	盾状火山
TC	タフコーン
TR	タフリング
MR	マール

4. 円形火口を持つ火砕丘，楕円形火砕丘

この地形に分類した火山は，ほとんどがスコリア丘であると考えられる。火口内部が火口壁の崩壊等によって埋まっておらず，比較的新しい地形のスコリア丘である。しかし，山腹斜面の傾斜が小さいものが多く， 30° を超すものは稀である。 H/W_B （高さ H と底面直径 B の比）も同様に小さく， 0.20 を超すものはない。これらの形態は年代の古い火砕丘が多い可能性を示唆する。しかし，火砕丘形成時に傾斜が 30° 以上， H/W_B が 0.20 以上に発達しなかった可能性もある [McGetchin 1974 : 3267-3268]。

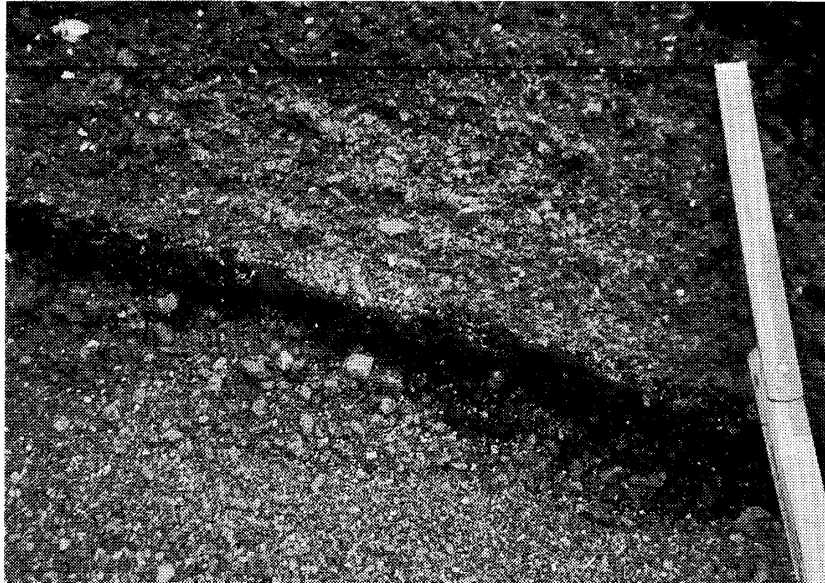
山腹斜面がほとんど直線的で，崖錐によって裾野を引くことが全くない火砕丘が2, 3ある。これらはオリジナルなスコリア丘の地形をほぼ保っており，濟州単成火山群の火山の中では最も新しいと考えられる。月郎峰は，それらの一つで，斜面の平均傾斜角は 27° ， H/W_B は 0.17 である。火口はほとんど埋まっておらず，すり鉢状に深くなっている（【図3 (a)】【写真2】参照）。比較の為にあげれば，1943年に噴火したパルクティン火山（スコリア丘）は，斜面の平均傾斜角が 32° ， H/W_B は 0.23 である [Hasenaka and Carmichael 1985 b : 587]。月郎峰の北側裾野には溶岩流が流れ出たと思われる地形的高まりが認められる（【図3 (a)】参照）。

月郎峰の近くにある孫子峰ではスコリア丘起源の降下火山灰，火山礫，スコリアが堆積しているのが，道路沿いの露頭で見られる（【写真4】【写真5】参照）。孫子峰の山腹斜面の平均傾斜角は 22° で，円形火口を持つ火砕丘の中では平均的な値である。

火口地形が明瞭な火砕丘の中に，火口の形が楕円形で，長径と短径の比がかなり大きいものがある。いくつか見られる（【図3 (b)】参照）。噴火の最中に火道が移動したか，火砕物の放出が一方に偏っていた可能性が考えられる。



【写真4】孫子峰（ソングャボン）円形火口を持つ火砕丘



【写真5】孫子峰起源の火山礫，火山灰堆積物。写真4右端の露頭のクローズアップ

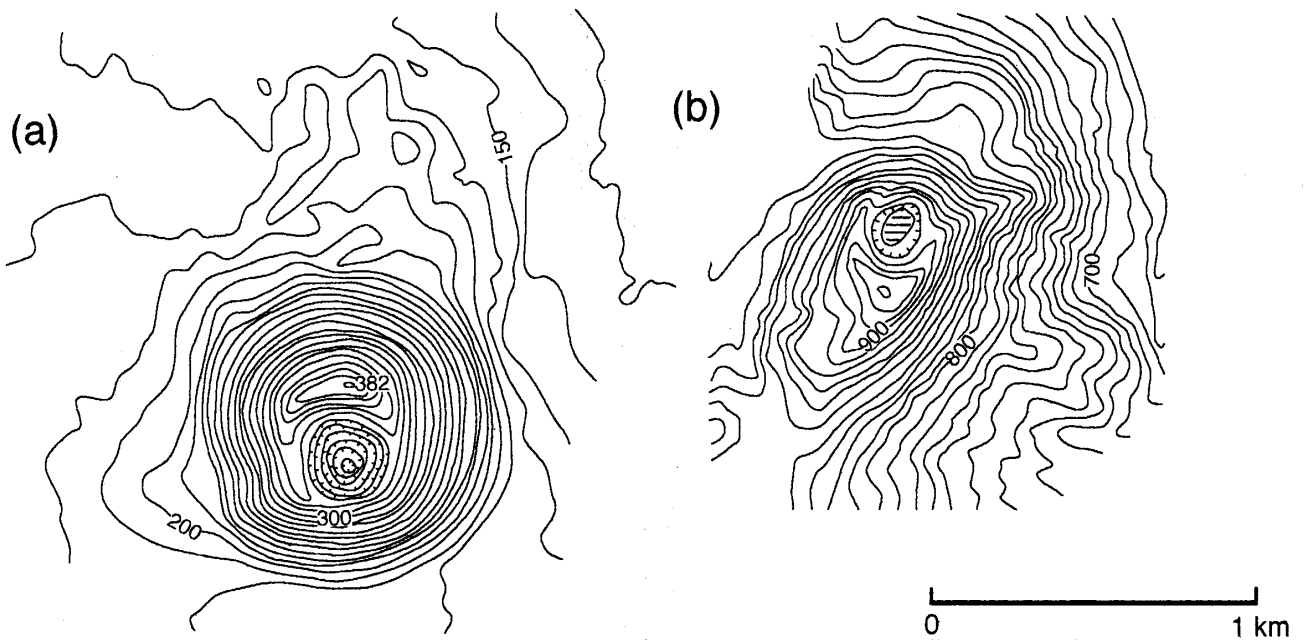


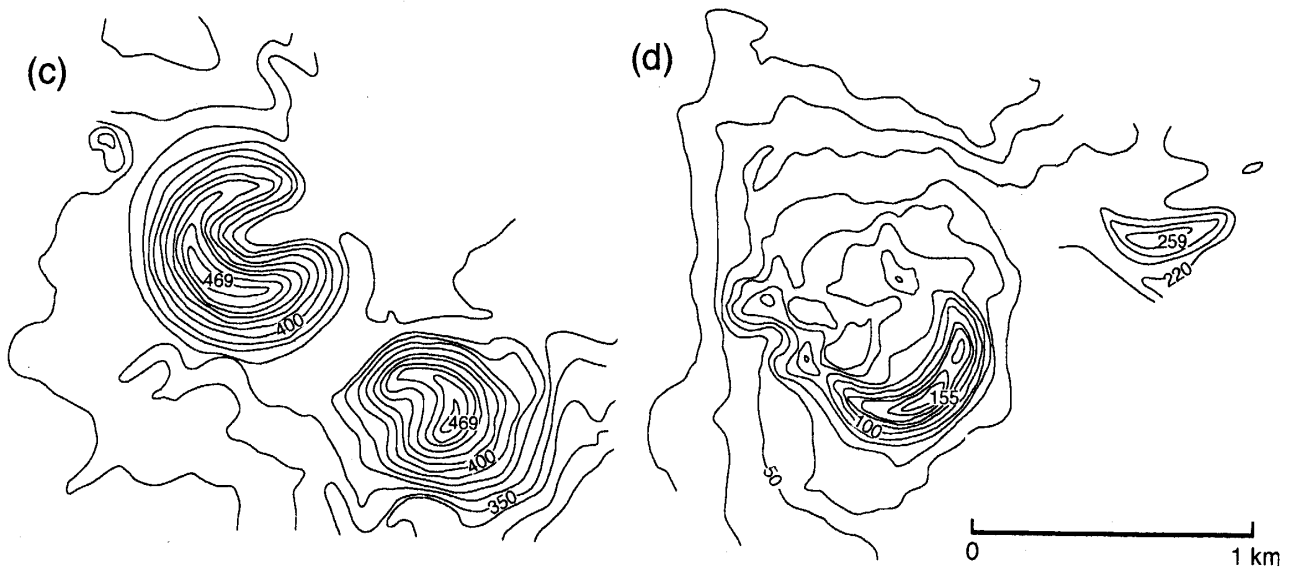
図3 濟州単成火山の代表的火山地形（等高線間隔は10m）

(a) 月郎峰（ウォルランボン）
分類記号 SC（円形火口を持つ火砕丘）
地形図「松堂」

(b) 물장울（ムルジャンオル）
分類記号 EC（楕円形火砕丘）
地形図「吾羅」

5. 馬蹄形火口を持つ火砕丘，三日月形火砕丘

濟州単成火山群の火砕丘は，馬蹄形あるいは三日月形に火口が開いたものが多いことが特徴である【図3(c)(d)】参照)。円形の火口を持つ火砕丘より数は多い。馬蹄形火口を持つ火砕丘は *breached cone* と呼ばれ，溶岩流の流出により火砕丘が崩壊した後，その一部が溶岩流によって運び去られた結果形成したものである [Holm 1987 : 319]。溶岩流の上には火砕丘の一部が小さな丘を作っているのが認められる (ラフト)。濟州単成火山群でも溶岩流やラフトを伴う例があるが，ラフトは小さな規模のものが多く，地形図にわずかに表れる程度である。



【図3】 濟州単成火山の代表的火山地形 (等高線間隔は10m)

(c) 扶大岳 (ブデアク=左) 부소오름 (ブソオルム=右) (d) 좌오름 (クワオルム, 左) 좌보미 (チュワボミ)
 分類記号 BC (馬蹄形火口を持つ火砕丘) 北側の火山 (右) 分類記号 CC (三日月形火砕丘)
 地形図「臥山」 地形図「翰林」

地球上の他の単成火山群で，馬蹄形火口の成因を示唆する以下の3つの観察事実が認められている [Tibaldi 1995 : 24531]。

- (1) 断層の方向と馬蹄形火口が開いた方向が良い一致を示す。
- (2) 馬蹄形の火口が開いた方向が基盤地形の傾斜方向と良い一致を示す。
- (3) 溶岩流の密度が火砕丘の密度に比べてかなり大きい時に馬蹄形火口が生じやすい。

濟州島には顕著な断層地形は認められないので，(1)の構造運動が火砕丘の地形に影響を与えたとは考えられない。漢拏山の山腹は場所により10°近い傾斜になるので，基盤地形の傾斜は重要であるが，隣接した火山の馬蹄形火口がお互いに別の方向に開いているケースが多く，(2)は必ずしも成り立っていない。火砕丘の内部構造が観察できず，(3)の可能性は評価できない。しかし，粘性が小さく温度が高いアルカリ玄武岩マグマの場合，スパターやアグリーチネートが生じやすく，空隙率の大きいスコリアや火山礫からなる火砕丘にくらべて，火砕丘の密度が大き

くなる可能性がある。

溶岩流によるスコリア丘の破壊，運搬は比較的多く起こる現象である。馬蹄形火口が出来るかどうかは，破壊されたスコリア丘が，引き続きスコリア噴出で修復されるかどうかにかかっているという考えもある。1943-1952年に噴火したメキシコのパリクティン火山では，溶岩流によってスコリア丘の一部が運び去られて，円形の火口の形状が崩れた現象が何度か目撃された。しかし，スコリア丘の崩壊後も，ストロンボリ式噴火が継続して，火口周辺へのスコリア堆積が続き，すぐに円形火口の形状に戻っている [Foshag and González 1956 : 402]。濟州単成火山群の場合，一旦崩壊した火砕丘が修復されにくい条件があったのかも知れない。溶岩の噴出率が大きいのか，スコリア噴出の勢いが小さくなってからも溶岩流出が続くか，あるいは火山灰，火山礫の噴出量に比べて，溶岩流出量の方が多いタイプの噴火であるか，いくつかの可能性が考えられるが，噴火の目撃例がないので，特定するのは難しい。

三日月形火砕丘の場合も，上記の馬蹄形火口形成と同じ現象が起こった場合があると考えられる。それ以外にタフリングの一部分だけが浸食されずに残ったケース（特に海岸付近），タフリング形成時に噴出物の分布に著しい偏りがあったケースも含まれていると考えられる。

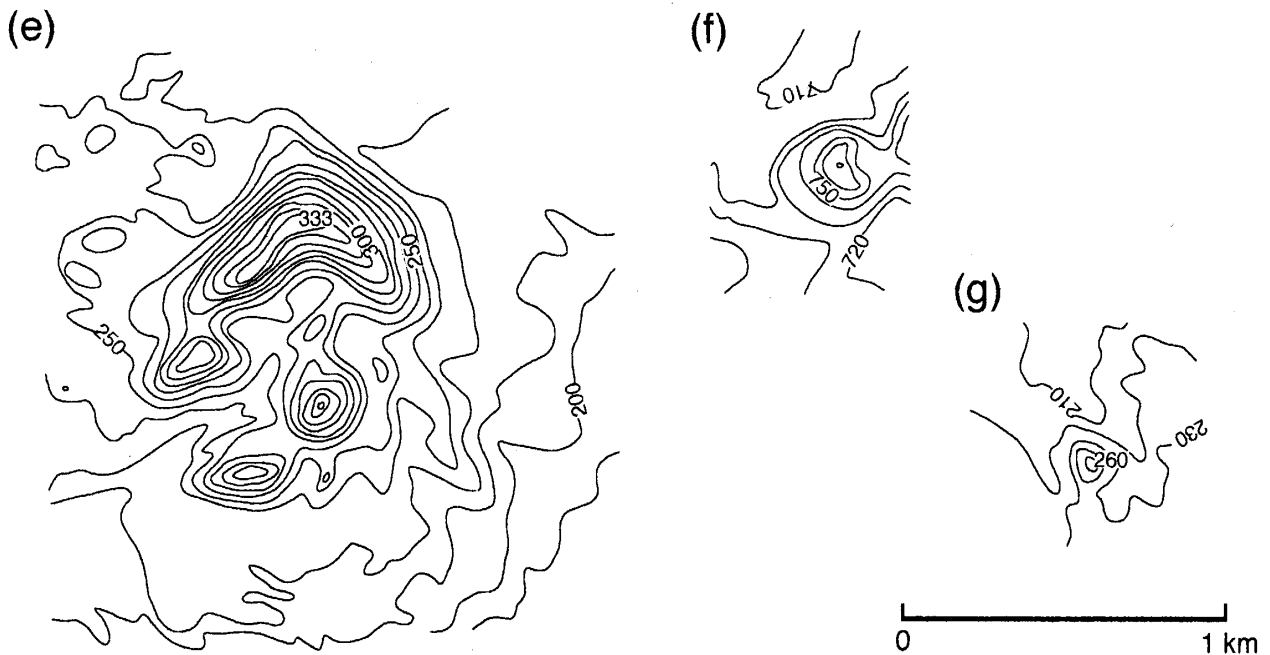
6. 不規則な形状の火砕丘

著しく不規則な形状の火砕丘が見られるのは，濟州単成火山群の大きな特徴である（【図3(e)】参照）。遠望した場合には，いくつかの尾根があり，一見非常に浸食の進んだ火山体の印象を受ける（【写真6】参照）。溶岩流やラフトを伴う場合がいくつかあるので，馬蹄形火口形成と同じ現象が起こった可能性は大きい。もしそうならば，かなり大きな（高さ50 m以上）山体の一部が運ばれていると考えざるを得ない。



【写真6】 동거문오름 (トンゴムノルム) 不規則な形状の火砕丘

濟州単成火山の場合, いくつかの火砕丘で山体中心から外れた位置に小さな火口地形が認められる例がある。火口が移動してしまった為に一度崩壊した山体が修復されなかったり, 新しい火口の活動で別の場所に小さな山体を形成する場合が起こりうる。その著しいケースが不規則な形状の火砕丘なのかも知れない。なぜ火道が不安定になり, 移動しやすいのかは, 今後考察すべき問題である。他の単成火山群の場合と比べてマグマの物性(低い粘性, 高い温度, 高いマグマ噴出率? など)が異なっている可能性がある。



【図3】 濟州単成火山の代表的火山地形(等高線間隔は10 m)

- (e) **츄보미** (チュワボミ) (分類記号 DC (不規則な形状の火砕丘) 地形図「松堂」)
- (f) **물장울** (ムルジャンオル) (南東側の火山 (分類記号 RC (頂上部が丸い形の火砕丘, 溶岩丘) 地形図「吾羅」)
- (g) **상덕천** (サンドクチョン) (南西側の火山 (分類記号 SP (頂上部が尖った形の火砕丘, 溶岩丘) 地形図「松堂」)

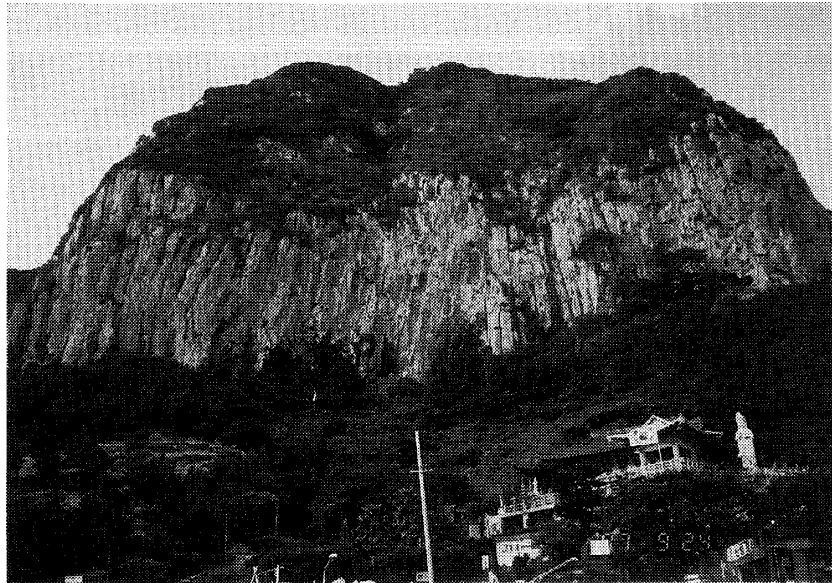
7. 頂上部が丸い形(あるいは尖った形)の火砕丘, 溶岩丘

火口地形が残っている火砕丘と比べると規模の小さな火山地形が非常に多く観察された。比較的頂上部が丸い形のものや頂上部が尖った形のものが認められたが, 明確な区分が出来ない場合もあり, 形状の変化は連続的である(【図3 (f) (g)】参照)。火山地形分類が難しく, 本研究では取りあえず上記のタイトルで一括して呼ぶ。

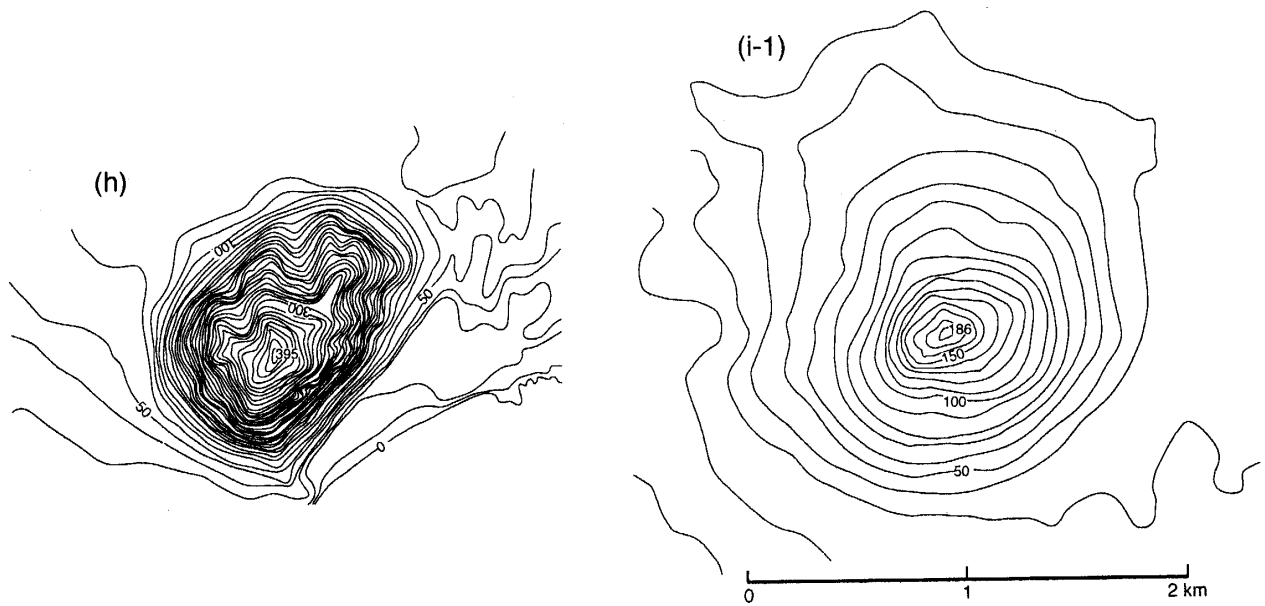
火砕丘の浸食が進むと火口の形状が不明瞭になり, 最後には頂上部が丸い形になってしまう例が, 他の単成火山群でも観察されている [Hasenaka and Carmichael 1985 b : 600]。火砕丘の内部に浸食されにくいアグルーチネートやスパターがあれば, その部分だけが残る場合もある。その場合は尖った形の丘が生成する。最初から小さな溶岩ドームやスパターコーンが生じた場合もあり, 一部は溶岩丘と分類できる。

8. 溶岩ドーム

濟州島にある溶岩ドームは全て地形的に古く、第1活動期末期の粗面岩溶岩のものと考えられる。濟州島南部に分布は限られている。山房山は最も規模の大きい溶岩ドームで海水準近くから395 mの高度にまでそびえている。山腹には溶岩の柱状節理が明瞭に認められる（【図3 (h)】【写真7】参照）。



【写真7】山房山（サンバンサン）溶岩ドーム



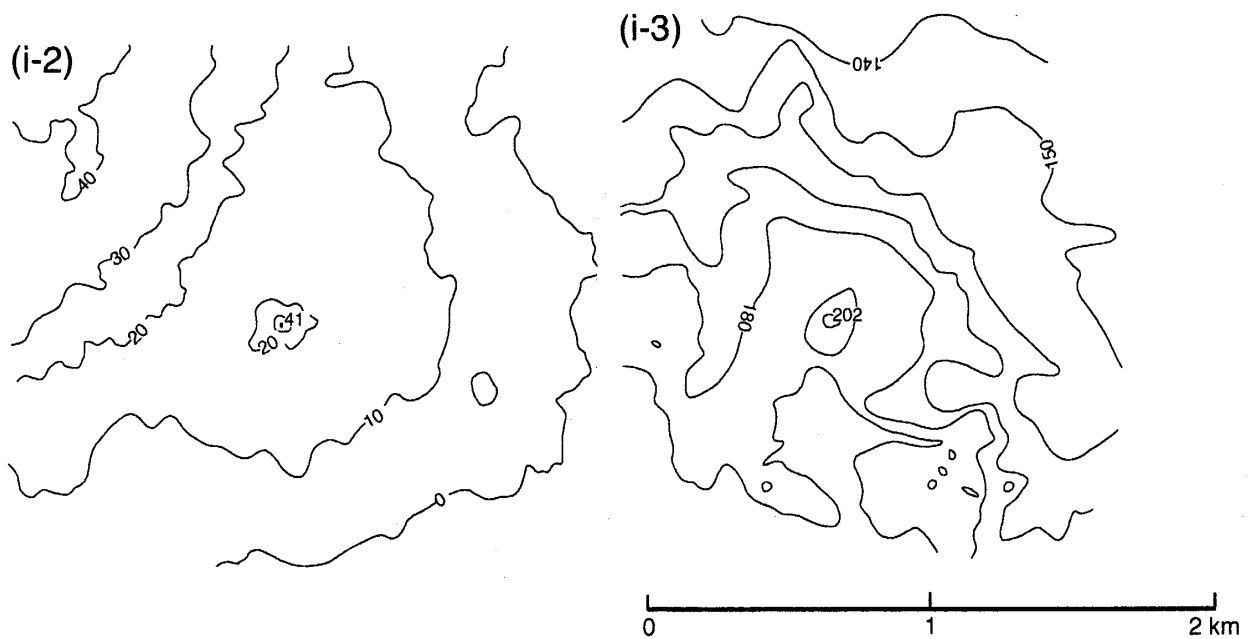
【図3】 濟州単成火山の代表的火山地形（等高線間隔は10 m）

(h) 山房山（サンバンサン）

分類記号 LD（溶岩ドーム）地形図「羆瑟浦」

(i-1) 羆瑟峰（モスルボン）

分類記号 SH（盾状火山）地形図「羆瑟浦」



【図3】 濟州単成火山の代表的火山地形 (等高線間隔は10 m)

(i-2) 溫平里 (온피ョン리) 南側の火山。

(i-3) 상덕천 (산도크천) 南側の火山。

分類記号 SH (盾状火山) 地形図「新陽」

分類記号 SH (盾状火山) 地形図「松堂」

9. 盾状火山

濟州島全体が、漢拏山山頂から周囲の全ての方向に流出した溶岩で出来た巨大な盾状火山である (【図2】【写真1】参照)。しかし、これとは別に濟州島単成火山群にも規模は小さいが、いくつか盾状火山が存在する。そのうち容易に遠望できるのが、島の南西の海岸近くにある^{モスルボン}慕瑟峰である (【図3 (i-1)】【写真8】参照)。頂上は海拔186 m、比高150 m、底部直径2100 mで、濟州島の盾状火山の中では比較的大きい。斜面の傾斜角は約8°で、濟州島の盾状火山の中ではやや大きい部類に入る。山頂には火口の陥没地形も火砕丘も見られない。現地調査では風化変質の著しい溶岩を数カ所で確認し、さらに表面が1m以上の厚い土壌に覆われていることから、濟州単成火山群の中ではかなり年代の古いものであると推測される。



【写真8】 慕瑟峰 (모스르본) 盾状火山

モスルボンなど斜面の傾斜角が7°前後の盾状火山に対して、斜面の傾斜角が2～3°の非常に平らな盾状火山もいくつか観察される。これらは、地形図上では等高線がわずかに同心円状に広がっていることで確認できるが、現地での確認は難しい。【図3 (i-2) (i-3)】参照。斜面の傾斜角が小さい盾状火山は、非常に粘性の低い溶岩流の流出によって形成したものと思われる。濟州島に産する火山岩のほとんどはシリカ成分の非常に少ないアルカリ玄武岩である [李 1982b : 208-211]。従って、例えばカルクアルカリ安山岩溶岩からなるメキシコの盾状火山と比べれば、一桁以上粘性が低いことが推定される (注1)。

山頂に火砕丘を持つものもいくつか見られる (【図3 (i-2)】参照)。斜面の傾斜角の大きい盾状火山の方が山頂に火砕丘を持つ例が多い。斜面の傾斜が大きい盾状火山は、溶岩流だけでなく降下火砕岩も含まれていて、「嵩上げ」した為に傾斜が増した可能性が考えられる。

地球上の盾状火山は、規模の大きい順に Hawaii-type, Galapagos-type, Iceland-type, Scutulum-type と分類でき、それぞれ異なった形態を示す [Whitford-Stark 1975 : 66]。濟州島の盾状火山は比高数十 m、底面直径も 1 km 程度のもが多く、Scutulum-type に分類される。アイスランドの大型盾状火山 (例えば Skjaldbreidur = Iceland-type) やメキシコの盾状火山 [Hasenaka 1994 : 13] と比べると、濟州島のものは比高、底面直径ともに小さく、アイスランドの小型盾状火山のうち、かんらん石ソレイト溶岩のものにはほぼ匹敵する [Rossi 1996 : 539]。これらのアイスランド小型盾状火山の場合、中心火口から放射状に流れ出した溶岩が形成する中央丘の体積は小さく、溶岩チューブによって周辺に運ばれた溶岩エプロン部の体積が大部分を占める。この溶岩チューブを使った効率的な溶岩運搬の結果、アイスランドの小型盾状火山斜面の傾斜角は非常に小さくなった (~3°)。濟州島には萬丈窟^{マンジャングル}を始め、溶岩トンネルが50カ所以上で知られている。濟州島でもアイスランドの小型盾状火山と同じ溶岩運搬メカニズムで形成した盾状火山がある可能性が高い。

盾状火山は濟州島の東端部、西端部の基盤傾斜が比較的小さいところに多く分布する。すなわち島中央部で漢拏山の裾野の傾斜が大きい所には分布しない。

10. 溶岩流

濟州島では至る所で溶岩流を観察できる。しかし、個々の溶岩流の厚さは薄く (<10 m)、地形も明瞭でなく、どの火山から流出したか判別することは難しい。【写真9】は地形が最も良く保存されている溶岩流の一つで、海岸で良い露頭が観察される。噴出源は9km北西、基底高度400 m の位置にある馬蹄形火口を持つ火砕丘である。



【写真9】上川里（サンチョンリ）西の火砕丘から流れてきた溶岩。

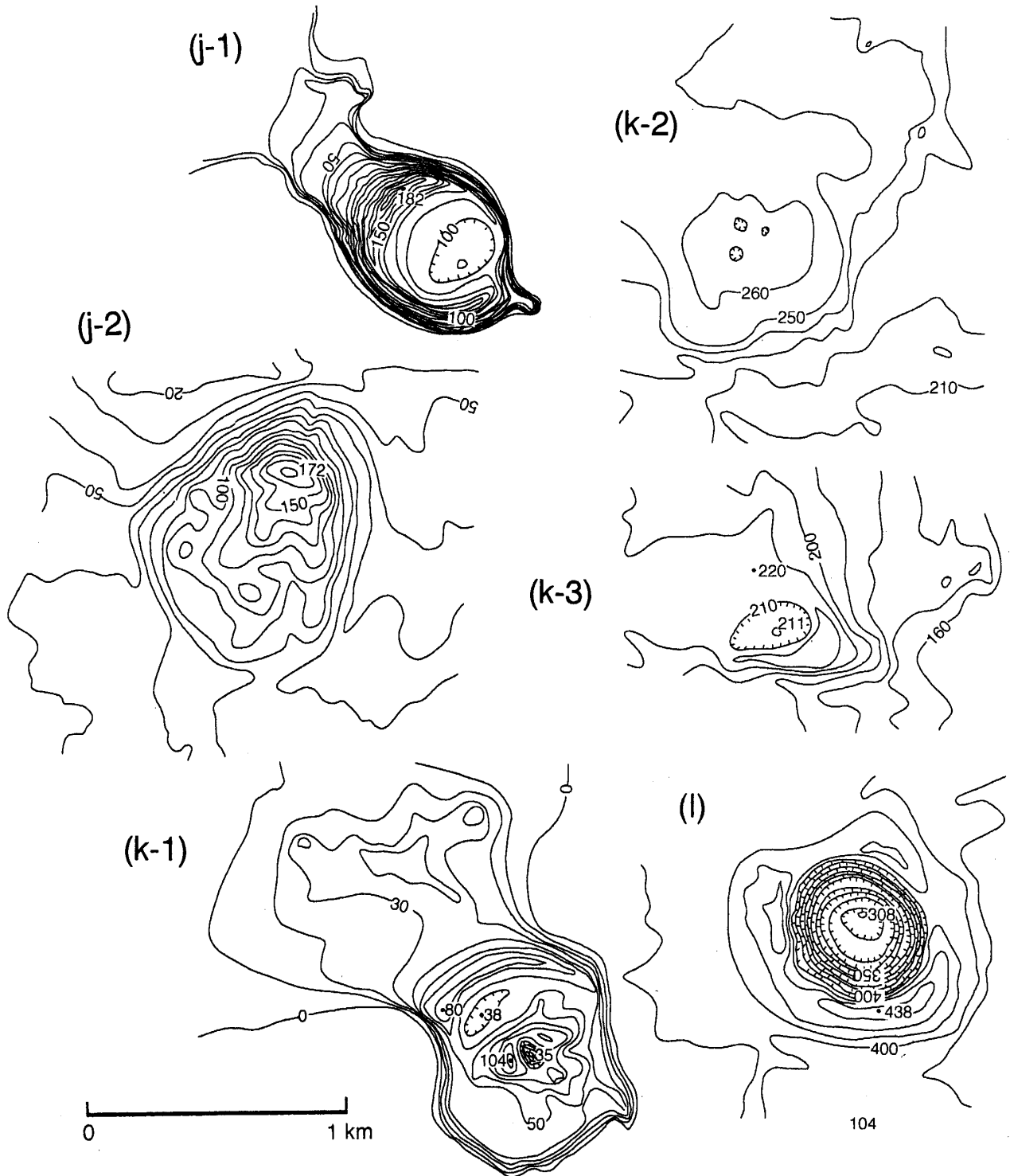
濟州島で最も若い溶岩の一つ。後方は山房山溶岩ドーム

11. タフコーン，タフリング，マール

マグマ水蒸気爆発の産物であるサージ堆積物が火口周辺に分布し，火口直径に比べて比高や面積の小さい噴石丘が形成する火山体に，タフコーン，タフリング，マールが含まれる。このうちマールは円形火口周辺に基盤岩の破片が堆積し，垂直に近い火口壁に基盤岩が露出している場合に使われた〔守屋 1992：50-53〕。本研究では，地形から上記3つの火山を区別した。すなわち，マールは火口周辺の噴石丘の基底高度よりも火口底の高度がはるかに低い場合に限って使用した。火口底の高度が噴石丘の基底高度と変わらないか，それ以上，時には火口縁高度に近い場合をタフリング，タフコーンと呼んだ。両者の区別は噴石丘の底部直径に対する高さの割合で行い，タフコーンは，噴石丘の高度が比較的高く，火口底の高度が火口縁の高度とあまり変わらない場合に限った（【図3(j-1)(j-2)(k-1)(k-2)(k-3)(1)】参照）。

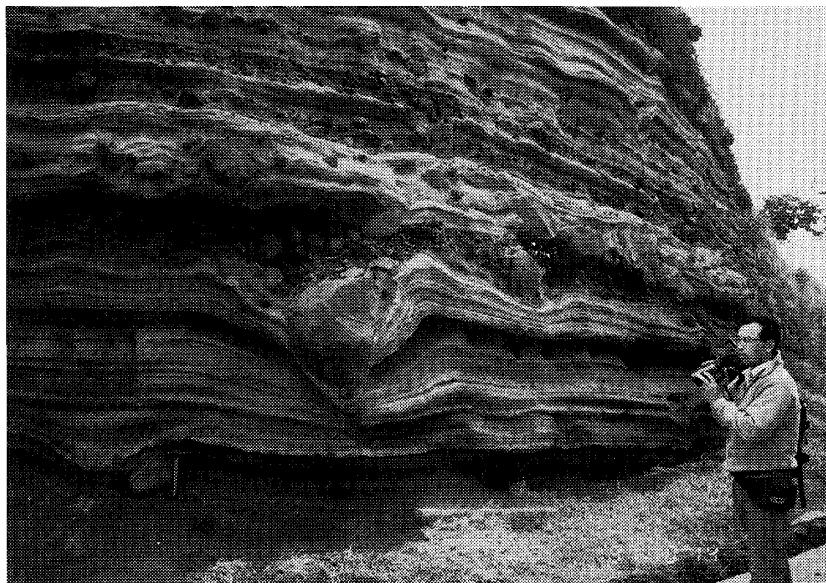
濟州島の海岸近くにはサージ堆積物の露頭がよく観察されるタフリングやタフコーンが分布している。^{スウォルボン}水月峰や^{ソンアクサン}松岳山のタフリングはサージ堆積物が主体であるが（【写真10】参照），^{ソンサンイルチュルボン}城山日出峰タフリングは降下火砕物が多くこう着性が高い。このため城山日出峰では堆積物の傾斜は20°～55°にも達し，火砕丘も高く成長した（【図3(j-1)】【写真11】参照）。この違いは前者が陸上での噴火であるのに対して，後者が浅海での噴火であるとする考え方がある〔Sohn 1996：1199〕。

タフリングの地形を持つ火砕丘には，海岸付近以外に漢拏山山麓の高い高度に分布するものもかなりの数がある。スコリア丘とタフリングが隣接する場合も多く，どのような条件で地下水とマグマが反応したのか問題である。

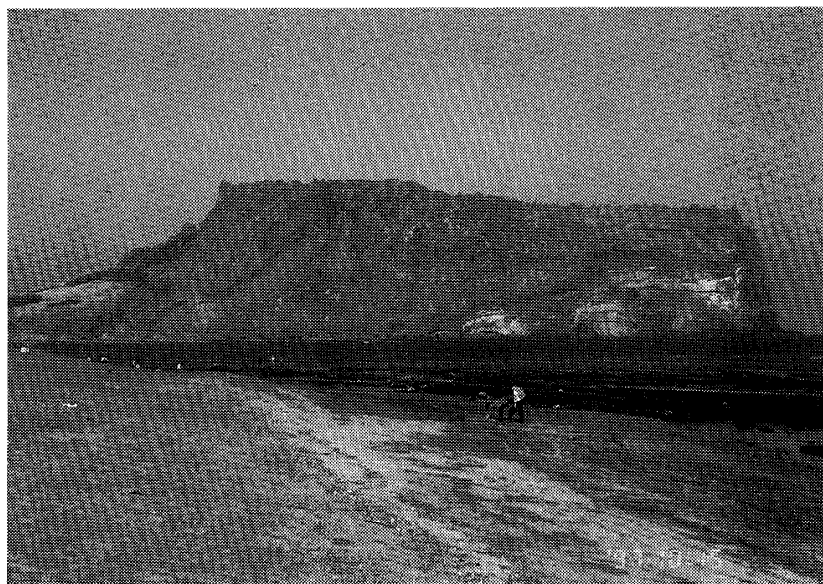


【図3】 済州単成火山の代表的火山地形（等高線間隔は10 m）

- | | |
|--|--|
| (j-1) 城山日出峰 (ソンサンイルチュルボン)
分類記号 TC (タフコーン) 地形図「新陽」 | (k-2) 따라비(タラビ)
分類記号 TR (タフリング) 地形図「松堂」 |
| (j-2) 高内峰 (コネボン)
分類記号 TC (タフコーン) 地形図「翰林」 | (k-3) 弓帶岳 (クンデアク)
分類記号 TR (タフリング) 地形図「松堂」 |
| (k-1) 松岳山 (ソンアクサン)
分類記号 TR (タフリング) 地形図「婁瑟浦」 | (l) 산굼부리(サングムブリ)
分類記号 MR (マール) 地形図「臥山」 |



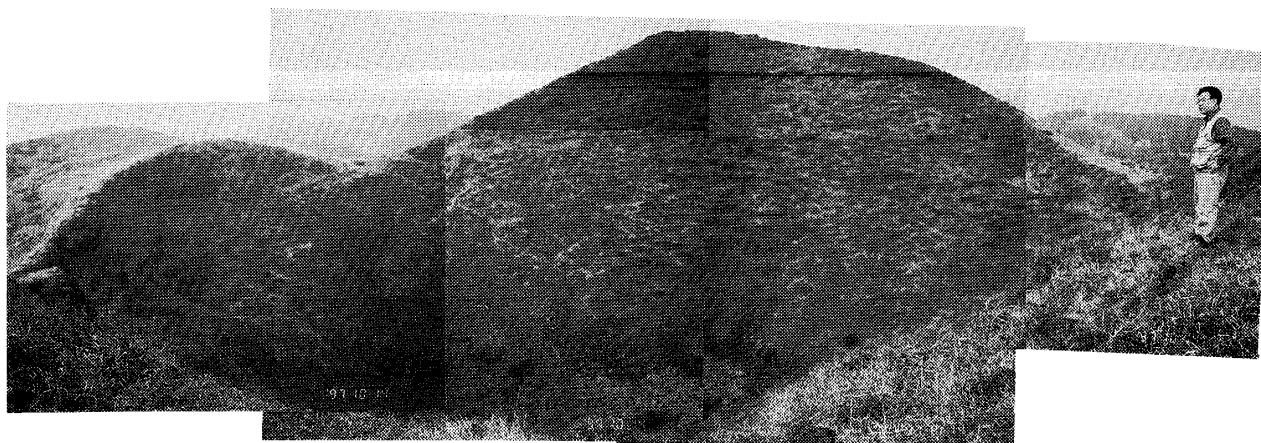
【写真10】水月峰（スウォルボン）タフリングのサージ堆積物。
火山岩塊の Bomb sag 構造が見られる。



【写真11】城山日出峰（ソンサンイルチュルボン）タフコーン

タフリングの火口底に火砕丘が成長している例がいくつか観察された。^{ソニアクサン}松岳山のタフリングの上には，すり鉢状の火口を持ち，山腹斜面の傾斜角が 33° の地形的に非常に新しい火砕丘が成長している（【図3(k-1)】【写真12】参照）。これは噴火中に火道への水の影響がなくなり，火山噴火の形態が変化したためと考えられる [横山ほか 1992：175]。

地形的定義で，マールと分類された火山は3つあった。観光名所となっているサングムブリ火山はマール地形を持ち，直径は1000 m，火口周辺の地形の盛り上がりは平均30 m，火口底は基底面より90 m深く，火口壁には溶岩が露出している（【図3(1)】【写真13】参照）。



【写真12】 松岳山(ソンアクサン) タフコーンの上に成長したスコリア丘の火口



【写真13】 산굼부리(サングムブリ) マール
露出した溶岩が手前と向こう側の火口壁に見られる。火口底は右下方向

12. ま と め

- (1) 濟州単成火山群は漢拏山^{ハルラサン}盾状火山形成後、約20万年前以降に活動し、漢拏山の山腹に分布するスコリア丘、溶岩丘、タフリング、タフコーン、マール、小型盾状火山、小火山を含んでいる。
- (2) 円形火口を持つ火砕丘は山腹斜面の傾斜が 30° 以上、高さ^と底面直径の比が0.20以上に発達したものが少ない。スコリア丘の年代が比較的古い^か、安定傾斜角まで成長しなかった可能性が考えられる。
- (3) 馬蹄形火口、三日月形火砕丘、不規則な形の火砕丘など、火口が崩壊した形状を示す火砕丘が多く観察された。溶岩流によって破壊された火砕丘が修復されない^為には、火道の不安定性など、火山活動の推移が一般的な場合と異なる可能性がある。

- (4) 海岸近くにはマグマ水蒸気爆発の結果できたタフリング, タフコーンがいくつも見られる。湿って膠着性が高い火山灰の為に急傾斜の堆積面を持つタフコーンが出来た例や, 水の影響がなくなって, 火砕丘の成長が始まった例も見られる。
- (5) 山腹斜面の傾斜が非常に小さい小型盾状火山がいくつか発見された。小さい傾斜の原因として粘性の低い溶岩の流出と, 溶岩チューブによって効率的に溶岩が裾野に運搬された可能性が考えられる。溶岩流は一般的に非常に薄い。

現地調査に先立って青木謙一郎東北大学名誉教授, 京都自然史研究所の西村進京都大学名誉教授, Korea Institute of Geology, Mining の Shin Seong-Cheon 博士, ソウル国立大学の In-Sung Lee 博士には非常に有意義な助言をいただいた。東京大学教養学部の大島治博士には日本地質学会主催の現地見学旅行の際に火山地質についてご教示をいただいた。論文出版にあたって東北アジア研究センターの吉田忠教授, 瀬川昌久教授のお世話になった。理学研究科地学専攻の蟹沢聰史教授をはじめ地球物質科学科物質科学教室の皆様には日頃からご教示をいただいた。最後に朝鮮語を話せず地理に不案内な著者の一人(長谷中)に親切にして下さった現地の方々に深く感謝します。

注

(注1) 組成の影響だけをみれば, 例えば Mt. Hood の安山岩 ($\text{SiO}_2=61\%$) は Columbia River 玄武岩 ($\text{SiO}_2=51\%$) に比べて一桁粘性が低い [Murase and McBirney 1973: 3563]。これに温度の影響(玄武岩の方が安山岩より200–300℃温度が高く, 従って粘性も低い)や溶岩中に含まれる斑晶鉱物の影響(Bingham 流体の挙動を示し, その降伏強度は SiO_2 含有量増加に応じて増加する, また含まれる斑晶鉱物は安山岩の方が多)を考えれば, 両者の有効粘性の違いはさらに大きくなる。

引用文献

Foshag, Williams F. and González, Jenaro R. 1956

Birth and development of Parícutin Volcano Mexico. *US Geological Survey Bulletin* 965-D: 355–489.

Hasenaka, Toshiaki and Carmichael, Ian S.E. 1985a

The cinder cones of Michoacán–Guanajuato, central Mexico: their age, volume and distribution, and magma discharge rate. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 25: 105–124.

- and ————— 1985b
A compilation of location, size, and geomorphological parameters of volcanoes of the Michoacán–Guanajuato Volcanic Field. *Geofísica Internacional* 24: 577–607.
- 1994
Size, distribution, and magma output rate for shield volcanoes of the Michoacán–Guanajuato volcanic field, central México. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 63: 13–31.
- Holm, Richard F. 1987
Significance of agglutinate mounds on lava flows associated with monogenetic cones: An example at Sunset Crater, northern Arizona. *Geological Society of America Bulletin* 99: 319–324.
- Kurokawa, Ken, Otsuki, Kenshiro and Hasenaka Toshiaki. 1995
Tectonic stress field and fractal distribution of volcanoes in the Michoacán–Guanajuato region of the Mexican Volcanic Belt. *Geofísica Internacional* 34: 309–320.
- McGetchin, Thomas R., Settle, Mark, and Chouet, Bernard A. 1974
Cinder cone growth modeled after Northeast Crater, Mount Etna, Sicily. *Journal of Geophysical Research* 79B: 3257–3256.
- Murase, Tsutomu and McBirney, Alexander R. 1973
Properties of some common igneous rocks and their melts at high temperatures. *Geological Society of America Bulletin* 84: 3563–3592.
- Nakamura Eizo, Campbell, Ian H. And McCulloch, Malcolm T. 1989
Chemical geodynamics in a back arc region around the Sea of Japan: Implications for the genesis of alkaline basalts in Japan, Korea, and China. *Journal of Geophysical Research* 94B: 4634–4654.
- Rossi, Matti J. 1996
Morphology and mechanism of eruption of postglacial shield volcanoes in Iceland. *Bulletin of Volcanology* 57 530–540.
- Settle, Mark 1979
The structure and emplacement of cinder cone fields. *American Journal of Science* 279: 1089–1107.
- Sohn, Young K. 1996
Hydrovolcanic processes forming basaltic tuff rings and cones on Cheju Island, Korea. *Geological Society of America Bulletin* 108: 1199–1211.

Takada, Akira 1994

The influence of regional stress and magmatic input on styles of monogenetic and polygenetic volcanism. *Journal of Geophysical Research* 99: 13563-13573.

Tibaldi, Alessandro 1995

Morphology of pyroclastic cones and tectonics. *Journal of Geophysical Research* 100: 24521-24535.

Whitford-Stark, James L. 1987

A survey of Cenozoic volcanism on mainland Asia. *Geological Society of America, Special Paper* 213: 74p.

Won, Kwan Chong, Lee, Moon Won, Yun, Sung Hyo 1997

The Cheju Volcano. The Quaternary Alkaline volcanic rocks. *Geological Society of Japan 104th Meeting, Field Trip guidebook* 286-305.

孫仁錫 1997

「濟州火山島の岩石層序 및 年代層序」。濟州大學校大學院海洋學科, 博士學位論文。213p.

富田達 1932a

「隱岐島後の地質学的並びに岩石学的研究 (其18) 第6章 所謂環日本海アルカリ岩石区の岩漿分化に関する瞥見」。『地質学雑誌』39卷: 501-523頁。

富田達 1932b

「隱岐島後の地質学的並びに岩石学的研究 (其19) 第7章 日本海アルカリ岩石区の認定」。『地質学雑誌』39卷: 609-640頁。

中村一明 1989

『火山とプレートテクトニクス』。東京: 東京大学出版会。

三宅康幸・古山勝彦・尹銑・高基源・長尾敬介 1993

「韓国濟州島の更新世火山岩の化学組成の時間的変遷」(演旨)。『日本地質学会第100年学術大会講演要旨』: 566-566頁。

守屋以智雄 1992

『火山を読む』。東京: 岩波書店。

横山泉・荒牧重雄・中村一明 編 1992

『火山』。東京: 岩波書店。

李文遠 1982a

「韓国, 濟州火山島の地質」。『岩石鉱物鉱床学会誌』77卷: 55-64頁。

李文遠 1982b

「韓国, 濟州火山島の岩石学—その1. 岩石記載および総化学組成」。『岩石鉱物鉱床学会誌』77卷: 203-214頁。